

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego pt.
"Termomodernizacja budynku mieszkalnego wielorodzinnego
w Gliwicach przy ul. Opolskiej 25"

Adres budynku:	<i>ulica:</i> Opolska 25 <i>kod:</i> 44-100 <i>mięscowość:</i> Gliwice <i>powiat:</i> gliwicki <i>województwo:</i> ślaskie
Wykonawca audytu:	<i>imię i nazwisko :</i> Maciej Muzyczuk <i>tytuł zawodowy:</i> mgr inż., audytor energetyczny członek ZAE nr 1761 <i>nr opracowania</i> 09/05/2019

mgr inż. Maciej Muzyczuk
audytor/certyfikator energetyczny
członek ZAE nr 1761
nr wpisu do rejestru 9901

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku					
1.	Dane identyfikacyjne budynku Budynek mieszkalny wielorodzinny przy ul. Opolskiej 25 w Gliwicach				
1.1	Rodzaj budynku	Budynek mieszkalny wielorodzinny	1.2.	Rok budowy	I poł.XX w
1.3.	Inwestor:	Zarząd Budynków Miejskich II Towarzystwo Budownictwa Społecznego Sp. z o.o. w Gliwicach ul. Warszawska 35b 44-100 Gliwice	1.4. Adres budynku		
	Adres koresp.:	Zarząd Budynków Miejskich II Towarzystwo Budownictwa Społecznego Sp. z o.o. w Gliwicach ul. Warszawska 35b 44-100 Gliwice	ul. Opolska 25 Kod 44-100 Gliwice powiat gliwicki woj. śląskie		
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt: Biuro Doradcze "ALTIMA" s.c. P. Syrek i M. Grabowska 40-599 Katowice, ul. Żeliwna 38 REGON: 240050673 NIP: 6452361107					
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr inż. Maciej Muzyczuk, 8052202792, 43-100 Tychy, ul. Rolna 44/3 Ukończone studia podyplomowe "Audyting energetyczny w budownictwie na potrzeby termomodernizacji oraz oceny energetycznej budynków" Członek ZAE nr 1761; uprawniony do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej - nr wpisu do rejestru 9901; Weryfikator standardów energetycznych budynków programu NF (nr W017); certyfikowany audytor/ekspert ds.energetycznych programu NF (PolSEFF2, nr W010); Autoryzowany certyfikator energetyczny SCiAE.					
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje					
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)		
1					
2					
3					
5. Miejscowość Tychy		Data wykonania opracowania		17.05.2019	
6. Spis treści 1. Strona tytułowa. 2. Karta audytu energetycznego. 3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowanego budynku. 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku. 5. Ocena stanu technicznego budynku. 6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych. 7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. 8. Opis wariantu optymalnego.					

mgr inż. Maciej Muzyczuk
audytor/certyfikator energetyczny
Członek ZAE nr 1761
nr wpisu do rejestru 9901

2. Karta audytu energetycznego budynku *)

Dla całego budynku

Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	2 + poddasze w części mieszkalnej i piwnice nieogrzewane	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	2 131	
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	625,47	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	595,63	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	29,84	
7.	Liczba mieszkańców	10	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	27	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	miejscowo, podgrzewacze elektr. i gazowe	sieć miejska
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	indywidualnie - piece węglowe elektryczne	sieć miejska
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,70	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m ² K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1a	Ściana frontowa zabytkowa	1,45	1,45
1b	Ściany zewnętrzne od podwórza	1,45	0,18
1c	Ściany boczne przejazdu	1,45	0,20
1d	Ściana pomiędzy nieogrzewanym poddaszem a pomieszczeniami ogrzewanymi	2,27	0,21
2a	Stropodach - część górna	1,20	0,16
2b	Stropodach - część dolna	1,82	0,16
2c	Stropodach klatki schodowej	1,82	0,23
2d	Strop poddasza	1,72	0,16
3	Strop nad przejazdem	0,68	0,16
4	Strop nad piwnicą	1,70	1,70
5	Podłoga w piwnicy	0,39	0,39
6a	Okna zewnętrzne nowe	1,90	1,90
6b	Drzwi zewnętrzne nowe	2,60	2,60
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania	0,68	0,98
2.	Sprawność przesyłania	1,00	0,90
3.	Sprawność regulacji	0,70	0,89
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,91	0,98
2.	Sprawność przesyłania	0,80	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	0,93	0,93
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanaly	okna/kanaly
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	1 284	1 284
4.	Liczba wymian [1/h]	0,60	0,60
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	73,23	39,32
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	17,40	17,40
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	520,26	226,37
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 104,16	273,96
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	92,56	85,47

6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ² rok]	231,07	100,54
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ² rok]	490,41	121,68
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	0,00
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ energii na ogrzewanie **) [zł]	32,0	45,0
2.	Koszt za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ***) [zł]	0	0
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ wody użytkowej **) [zł]	32,70	18,53
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc ***) [zł]	-	-
5.	Opłata za ogrzanie 1 m ² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	7,48	3,13
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł]	0,0	0,0
6.	Inne [zł]	0,0	0,0
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]		396 741,60	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%] 70,0%
Planowane koszty całkowite [zł]		396 741,60	Premia termomodernizacyjna [zł] 63 478,66
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		32 682,54	
<p>*) dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku</p> <p>**) opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii</p> <p>***) stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii</p>			

Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora

Dokumentacja projektowa:

- Inwentaryzacja na cele audytu

Inne dokumenty:

-

Data wizji lokalnej:

- 13.04.2019

Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zlecniodawcy):

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku poprzez zabiegi termomodernizacji.
- Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie o wspieraniu termomodernizacji i remontów bądź innych środków wsparcia

Wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji:

Kwota wkładu własnego wynosi	nie określono	zł
Maksymalna kwota kredytu	nie określono	zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Własność	prywatna	spółdzielcza	komunalna	x
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	x	mieszk-usługowy	inny
Adres	44-100 Gliwice, ul. Opolska 25			
Budynek	wolnostojący	segmetowy	x	
	bliźniak	blok mieszkalny, wielorodzinny		x

Rok budowy		I poł.XX w					
Technologia budynku		UW-2Ż-cegła żerańska	RWB	BSK	RBM-73	RWP-75	
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75	"Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	żelbetowa	X tradycyjna	ramowa
szkieletowa		inna, jaka:		Uprzemysłowiona			
1	Powierzchnia zabudowana ¹⁾ [m ²]	246,9	11	Liczba klatek schodowych	2		
2	Kubatura budynku ²⁾ [m ³]	2 728	12	Liczba kondygnacji	3/4+1+1		
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, loggi i galerii [m ³]	2 130,8	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	3,41		
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań ¹⁾ [m ²]	595,6	14	Liczba osób	27		
5	Pow. korytarzy i klatek [m ²]	-	15	Liczba mieszkań	10		
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m ²]	-	16	Liczba pom. o powierzchni <50 m ²	-		
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m ²] <small>podać przeznaczenie pomieszczeń</small>	-	17	Liczba pom. o powierzchni 50-100 m ²	10		
8	Powierzchnia lokali użytkowych i pomieszczeń ogrzewanych niemieszkalnych [m ²]	29,84	18	Liczba pom. o powierzchni >100 m ²	-		
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [m ²]	625,47	19	Liczba pom z WC w łazience	10		
10	Budynek podpiwniczony	tak	20	Liczba pom. z WC osobno	-		

¹⁾ wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków.Podział, określenia i zasady obmiaru

²⁾ wg PN-ISO 9836 Właściwości użytkowe w budownictwie-Określanie i obliczanie wskaźników pow. i kubaturowych

4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek mieszkalny wielorodzinny, położony na planie litery "L", będący środkowym w ciągu kamienic. Część frontowa posiada 4 kondygnacje (w parterze usługi) nadziemne, oficyna 3 kondygnacje nadziemne i poddasze w części mieszkalne. Budynek jest w całości podpiwniczony, wykonany w technologii tradycyjnej. Ściany murowane z cegły pełnej obustronnie otynkowane. Ściana frontowa zabytkowa. Strop nad piwnicą ceramiczny. Strop poddasza drewniany. Stropodach o konstrukcji drewnianej kryty papą.

Stolarka okienna wymieniona na PCW. Drzwi wejściowe drewniane stosunkowo nowe. W jednym krańcu budynku znajduje się przejazd umożliwiający dostęp do podwórza - po obu stronach brama drewniana.

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	q_{moc} [kW]	73,23
2.	Moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	q [kW]	90,63
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H [GJ]	520,26
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m ³ a]	67,82
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_S [GJ]	1 104,2
6.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	0,00
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	32,00
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,00

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Ogrzewanie indywidualne - piece węglowe, a w jednym mieszkaniu ogrzewanie elektryczne.

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	C.w.u. przygotowywana indywidualnie w podgrzewaczach gazowych i elektrycznych
2.	Piony i ich izolacja	-
3.	Opomiarowanie	-
4.	Zużycie ciepłej wody w m ³ /m-c określone wg. pomiaru	-

4.g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	1284

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry.

Budynek nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnej wartości wskaźnika E sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym głównie z powodu braku izolacji termicznej ścian zewnętrznych, stropów nad piwnicami, pod poddaszem nieogrzewanym oraz dachów i stropodachów. Stolarka okienna została wymieniona na nowszą z PCW. Drzwi zewnętrzne od frontu drewniane zabytkowe, od podwórka drewniane, nowsze.

5.2. System grzewczy

Ogrzewanie indywidualne - piece węglowe, a w jednym mieszkaniu ogrzewanie elektryczne.

5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

C.w.u. przygotowywana indywidualnie w podgrzewaczach gazowych i elektrycznych

5.4. Zbiornicze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<p>Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m²K]</p> <ul style="list-style-type: none"> - ściany zewnętrzne $U = 1,45$ - ściana wewnętrzna mieszkanie/strych $U = 2,27$ - podłoga w piwnicy $U = 0,39$ - stropodach w górnej części $U = 1,20$ - stropodach w dolnej części $U = 1,82$ - stropodach - klatka schodowa $U = 1,82$ - strop nad przejazdem $U = 0,68$ - strop poddasza $U = 1,72$ - strop nad piwnicą $U = 1,70$ 	<p>Docieplić przegrody zewnętrzne</p> <ul style="list-style-type: none"> - dla ścian $U \leq 0,23$ - dla (stropo)dachów $U \leq 0,18$ - dla stropu nad piwnicą $U \leq 0,25$ <p>UWAGA: nie przewiduje się ocieplenia ściany frontowej z uwagi na jej zabytkowy charakter.</p>
2	<p>Okna - nowe z PCW $U = 1,90$</p> <p>Drzwi nowe $U = 2,60$</p>	Nie przewiduje się wymiany.
3	<p>Wentylacja grawitacyjna - Wentylacja działa poprawnie, nie stwierdza się nadmiernego napływu zimnego powietrza w okresie zimowym.</p>	Nie przewiduje się modernizacji.
4	<p>Instalacja centralnego ogrzewania - indywidualne, miejscowe - piece węglowe i gazowe.</p>	Budowa centralnej instalacji ogrzewania wraz z przyłączem do miejskiej sieci ciepłowniczej.
5	<p>Instalacja ciepłej wody użytkowej - C.w.u. przygotowywana indywidualnie w podgrzewaczach gazowych i elektrycznych</p>	Centralizacja instalacji cwu wraz z przyłączeniem do nowobudowanego węzła ciepłego.

6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych (bez ściany frontowej)
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez dachy, stopodachy i stropy pod nieogrzewanym poddaszem	Ocieplenie dachów, stropodachów i stropów
3.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez strop nad przejazdem	Ocieplenie stropu
4.	Poprawa efektywności energetycznej instalacji ogrzewania i ciepłej wody użytkowej.	Budowa instalacji centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej wraz z przyłączeniem do miejskiej sieci ciepłowniczej.

7.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne.
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie		W stanie obecnym	Po termo- modernizacji	jedn.
t_{wo}		20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}		-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d *	dla przegród zewnętrznych	3 797,8	3 797,8	dzień K'a
	dla klatki schodowej 8 stopni ***	1 194,2	1 194,2	dzień K'a
	dla stropu piwnic ***	3 085,8	3 085,8	dzień K'a
dla ogrzewania węglowego **				
$O_{0m}, O_{1m},$		0,00	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$		32,00	32,00	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$ opłaty związane z eksploatacją i konserwacją		0,00	0,00	zł/m-c
dla ogrzewania gazowego **				
$O_{0m}, O_{1m},$		0,00	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$		45,00	45,00	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$ opłaty związane z eksploatacją i konserwacją		0,00	0,00	zł/m-c
dla ogrzewania elektrycznego **				
$O_{0m}, O_{1m},$		0,00	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$		150,00	150,00	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$ opłaty związane z eksploatacją i konserwacją		0,00	0,00	zł/m-c
dla ciepła sieciowego **				
$O_{0m}, O_{1m},$		0,00	12 568,81	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$		0,00	41,43	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$ opłaty związane z eksploatacją i konserwacją		0,00	0,00	zł/m-c

* liczbę stopniocdni przyjęto dla Katowic.

** Przyjęto ceny na podstawie średnich cen rynkowych

*** Liczbę stopniocdni dla stropu poddasza przyjęto jak dla przegrody zewnętrznej z uwagi na nieocieplony dach. Dla piwnic przyjęto temperaturę 6,1 stopni na podstawie bilansu cieplnego.

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne od podwórza		
Dane:				A = 346,94 m ²		
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A _{kosz} = 381,63 m ²		
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia						
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany na bazie styropianu						
o współczynniku przewodności λ = 0,031 W/mK .						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymaganiom WT2017						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,15	0,17	0,19
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		4,84	5,48	6,13
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,69	5,53	6,17	6,82
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A/R	GJ/a	165,5	20,6	18,4	16,7
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A/(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,020	0,003	0,002	0,002
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (x ₀ ·Q _{0U} ·O _{0z} - x ₁ ·Q _{1U} ·O _{1z})+12*(y ₀ ·q _{0U} ·O _m - y ₁ ·q _{1U} ·O _m)+12*(Ab ₀ -Ab ₁)	zł/a		6 346	6 441	6 517
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		225,00	235,00	245,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		85 868	89 684	93 500
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		13,5	13,9	14,3
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,45	0,18	0,16	0,15
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Cenę jednostkową 1m ² docieplenia ściany przyjęto wg średnich cen rynkowych.						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 85 868 zł		SPBT= 13,5 lat		

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana zewnętrzna pod przejazdem		
Dane:				A = 81,77 m ²		
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A _{kosz} = 81,77 m ²		
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia						
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany na bazie styropianu						
o współczynniku przewodności λ = 0,035 W/mK .						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymaganiom WT2017						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,15	0,17	0,19
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		4,29	4,86	5,43
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,69	4,97	5,55	6,12
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁶ ·S _d ·A/R	GJ/a	39,0	5,4	4,8	4,4
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A/(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,005	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (x ₀ ·Q _{0U} ·O _{0z} - x ₁ ·Q _{1U} ·O _{1z})+12*(y ₀ ·q _{0U} ·O _m - y ₁ ·q _{1U} ·O _m)+12*(Ab ₀ -Ab ₁)	zł/a		1 472	1 496	1 516
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		225,00	235,00	245,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		18 398	19 216	20 034
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		12,5	12,8	13,2
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,45	0,20	0,18	0,16
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Cenę jednostkową 1m ² docieplenia ściany przyjęto wg średnich cen rynkowych.						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 18 398 zł		SPBT= 12,5 lat		

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana wewnętrzna między mieszkaniem a poddaszem		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	25,30 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	25,30 m ²
<p>Opis wariantów usprawnienia Przewiduje się ocieplenie ściany na bazie wełny mineralnej o współczynniku przewodności $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymaganiom WT2017 wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2</p>						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g=$	m		0,15	0,17	0,19
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		4,29	4,86	5,43
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,44	4,73	5,30	5,87
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	18,9	1,8	1,6	1,4
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,002	0,000	0,000	0,000
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12 \cdot (y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_m - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_m) + 12 \cdot (A b_0 - A b_1)$	zł/a		749	757	764
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		225,00	235,00	245,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		5 693	5 946	6 199
9	SPBT= $N_U/\Delta O_{ru}$	lata		7,6	7,9	8,1
10	U_0, U_1	W/m ² K	2,27	0,21	0,19	0,17
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Cenę jednostkową 1m² docieplenia ściany przyjęto wg średnich cen rynkowych.</p>						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 5 693 zł		SPBT= 7,6 lat		

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach w części górnej		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A	=	99,18 m ²
				A _{kosz}	=	99,18 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie dachu wełną mineralną (granulat)						
o współczynnika przewodzenia ciepła 0,041 W/mK .						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymogom WT2017						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariacie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariacie 2						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,22	0,24	0,26
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		5,37	5,85	6,34
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,83	6,20	6,69	7,18
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A/R	GJ/a	39,0	5,2	4,9	4,5
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A/(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,005	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (x ₀ ·Q _{0U} ·O _{0z} - x ₁ ·Q _{1U} ·O _{1z})+12·(y ₀ ·q _{0U} ·O _m -y ₁ ·q _{1U} ·O _m)+12·(Ab ₀ -Ab ₁)	zł/a		1 479	1 496	1 510
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		210,00	220,00	230,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		20 828	21 820	22 811
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		14,1	14,6	15,1
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,20	0,16	0,15	0,14
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² wg średnich cen rynkowych.						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 20 828 zł		SPBT= 14,1 lat		

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach w części dolnej		
<p>Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat</p> <p> powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Przewiduje się ocieplenie dachu wełną mineralną</p> <p>o współczynniku przewodzenia ciepła 0,032 W/mK.</p> <p>Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:</p> <p>wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymogom WT2017</p> <p>wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1</p> <p>wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2</p>				<p>A = 60,09 m²</p> <p>A_{kosz} = 60,09 m²</p>		
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,18	0,20	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		5,63	6,25	6,88
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,55	6,17	6,80	7,42
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·Sd·A/R	GJ/a	35,9	3,2	2,9	2,7
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A/(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,004	0,000	0,000	0,000
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (x ₀ ·Q _{0U} ·O _{0z} -x ₁ ·Q _{1U} ·O _{1z})+12*(y ₀ ·q _{0U} ·O _m -y ₁ ·q _{1U} ·O _m)+12*(Ab ₀ -Ab ₁)	zł/a		1 432	1 445	1 456
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		190,00	200,00	210,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		11 417	12 018	12 619
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		8,0	8,3	8,7
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,82	0,16	0,15	0,13
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m² wg średnich cen rynkowych.</p>						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 11 417 zł		SPBT= 8,0 lat		

7.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach klatki schodowej		
Dane:				A = 8,40 m ²		
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A _{kosz} = 8,40 m ²		
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia						
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu wełną mineralną						
o współczynniku przewodzenia ciepła 0,032 W/mK .						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymogom WT2017						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariancie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariancie 2						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,12	0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		3,75	4,38	5,00
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,55	4,30	4,92	5,55
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁶ ·S _d ·A/R	GJ/a	1,6	0,2	0,2	0,2
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A/(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,000	0,000	0,000	0,000
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (x ₀ ·Q _{0U} ·O _{0z} -x ₁ ·Q _{1U} ·O _{1z})+12*(y ₀ ·q _{0U} ·O _m -y ₁ ·q _{1U} ·O _m)+12*(Ab ₀ -Ab ₁)	zł/a		60	61	62
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		160,00	170,00	180,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		1 344	1 428	1 512
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		22,3	23,3	24,3
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,82	0,23	0,20	0,18
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² wg średnich cen rynkowych.						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 1 344 zł		SPBT= 22,3 lat		

7.2.8. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop poddasza nad mieszkaniem		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 60,12 m ² A _{kosz} = 60,12 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła 0,032 W/mK .						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymogom WT2017						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,18	0,20	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		5,63	6,25	6,88
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,58	6,21	6,83	7,46
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·Sd·A/R	GJ/a	33,9	3,2	2,9	2,6
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A/(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,004	0,000	0,000	0,000
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (x ₀ ·Q _{0U} ·O _{0z} -x ₁ ·Q _{1U} ·O _{1z})+12*(y ₀ ·q _{0U} ·O _m -y ₁ ·q _{1U} ·O _m)+12*(Ab ₀ -Ab ₁)	zł/a		1 347	1 360	1 370
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		190,00	200,00	210,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		11 423	12 024	12 625
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		8,5	8,8	9,2
10	U ₀ , U ₁	W/m ² K	1,72	0,16	0,15	0,13
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² wg średnich cen rynkowych.						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 11 423 zł		SPBT= 8,5 lat		

7.2.9. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop nad przejazdem		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	27,50 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	27,50 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu wełną mineralną						
o współczynnika przewodzenia ciepła 0,032 W/mK.						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymogom WT2017						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,15	0,17	0,19
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² /K/W		4,69	5,31	5,94
3	Opór cieplny R	m ² /K/W	1,48	6,16	6,79	7,41
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·Sd·A/R	GJ/a	6,1	1,5	1,3	1,2
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A/(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,001	0,000	0,000	0,000
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (x ₀ ·Q _{0U} ·O _{0z} -x ₁ ·Q _{1U} ·O _{1z})+12*(y ₀ ·q _{0U} ·O _{0m} -y ₁ ·q _{1U} ·O _{0m})+12*(Ab ₀ -Ab ₁)	zł/a		204	209	214
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		175,00	185,00	195,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		4 813	5 088	5 363
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		23,6	24,3	25,0
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	0,68	0,16	0,15	0,13
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² wg średnich cen rynkowych.						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 4 813 zł		SPBT= 23,6 lat		

7.2.10 Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Dane: $Q_{oc} = 520,26 \text{ GJ/a}$

$w_{to} = 1,00$

$w_{do} = 1,00$

$\eta_o = 0,46$

Przewiduje się budowę instalacji centralnego ogrzewania i przyłączenie jej do nowej kotłowni, w tym montaż przewodów instalacji wraz z armaturą, montaż grzejników wraz z zaworami termostatycznymi P-1K, regulację hydrauliczną instalacji. Przewiduje się podłączenie instalacji do miejskiej sieci ciepłowniczej poprzez wymiennikownię w budynku.

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wykonaniem modernizacji.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	wytwarzanie ciepła	$\eta_w = 0,68$	$\eta_w = 0,98$
2	przesyłanie ciepła	$\eta_p = 1,00$	$\eta_p = 0,90$
3	regulacja systemu ogrzewania	$\eta_r = 0,70$	$\eta_r = 0,89$
4	akumulacja ciepła	$\eta_e = 1,00$	$\eta_o = 1,00$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta = 0,48$	$\eta = 0,78$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia -	$w_t = 1,00$	$w_t = 1,00$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby -	$w_d = 1,00$	$w_d = 0,95$

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1	Sprawność całkowita systemu grzewczego η	-	0,479	0,785
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	1,00	1,00
3	Uwzględnienie przerw dobowych i podzielników kosztów w_d	-	1,00	0,95
4	Całkowita oszczędność kosztów	zł/a		15 576,97
5	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		205 686
6	SPBT	lata		13,2

	ilość	koszt	cena
1. Przyjęto średnie ceny rynkowe wykonania instalacji wewnętrznej co względem 1 m2 powierzchni użytkowej	625,47	250 zł	156 367,50 zł
2. Regulacja hydrauliczna instalacji i regulacja źródła	1,00	10 000 zł	10 000,00 zł
3. Przyjęto koszt wymiennikowni i przyłącza	39,32	1 000 zł	39 318,00 zł
ŁĄCZNIE:			205 685,50 zł

7.2.11. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu przygotowania ciepłej wody

Dane: $Q_{oco} = 61,99 \text{ GJ/a}$

$\eta_o = 0,67$

Przewiduje się budowę centralnej instalacji ciepłej wody użytkowej wraz z podłączeniem do kotłowni opisanej w punkcie poprzednim.

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wykonaniem modernizacji.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	wytwarzanie ciepła	$\eta_w = 0,91$	$\eta_w = 0,98$
2	przesyłanie ciepła	$\eta_p = 0,80$	$\eta_p = 0,80$
3	akumulacja ciepła	$\eta_r = 0,93$	$\eta_r = 0,93$
4	wykorzystanie ciepła	$\eta_e = 1,00$	$\eta_o = 1,00$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta = 0,67$	$\eta = 0,73$

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Opis	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1	Sprawność całkowita systemu cwu η	-	0,670	0,725
2	Koszt przygotowania cwu	zł/rok	9 024,28	3 846,30
3	Całkowita oszczędność kosztów	zł/a		5 177,98
4	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		31 274
5	SPBT	lata		6,0

	ilość	koszt	cena
1. Budowa instalacji wewnętrznej cwu (w przeliczeniu na 1 m ² powierzchni użytkowej)	625	50 zł	31 273,50 zł

7.2.12. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT			
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
0	Budowa instalacji centralnego ogrzewania i węzła ciepłego	205 686	13,2
1	Centralizacja instalacji cwu wraz z przyłączeniem do węzła ciepłego	31 274	6,0
2	Ocieplenie ściany wewnętrznej oddzielającej mieszkanie od poddasza nieogrzewanego	5 693	7,6
3	Ocieplenie stropodachu w części dolnej	11 417	8,0
4	Ocieplenie stropu poddasza nad mieszkaniem	11 423	8,5
5	Ocieplenie ścian bocznych przejazdu	18 398	12,5
6	Ocieplenie ścian zewnętrznych od podwórza	85 868	13,5
7	Ocieplenie stropodachu w części górnej	20 828	14,1
8	Ocieplenie stropodachu klatki schodowej	1 344	22,3
9	Ocieplenie stropu nad przejazdem	4 813	23,6
Uwagi: Modernizację systemu grzewczego rozpatruje się niezależnie od czasu zwrotu jako konieczną, gdyż tylko dzięki tej modernizacji jest możliwe osiągnięcie pełnego efektu z pozostałych usprawnień.			

7.3. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.3.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tabeli poniżej zastosowano następujące skrótowe określenia usprawnień zestawionych w punkcie 7.3.3.

- instalacja co - budowa instalacji c.o. i węzła ciepłego
- instalacja cwu - centralizacja instalacji i przyłączenie do węzła ciepłego
- ściana poddasza - ocieplenie ścian oddzielających pomieszczenia ogrzewane od strychu
- stropodach d. - ocieplenie części dolnej stropodachu
- strop poddasza - ocieplenie stropu poddasza nad mieszkaniem
- ściany przejazdu - ocieplenie ścian bocznych przejazdu
- ściany zewnętrzne - ocieplenie ścian zewnętrznych od podwórza
- stropodach g. - ocieplenie części górnej stropodachu
- stropodach klatki - ocieplenie stropodachu nad klatką schodową
- strop nad przejazdem - ocieplenie stropu nad przejazdem

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

	Zakres	Nr wariantu								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	instalacja co	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1	instalacja cwu	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	ściana poddasza	X	X	X	X	X	X	X	X	
3	stropodach 8d	X	X	X	X	X	X	X		
4	strop poddasza	X	X	X	X	X	X			
5	ściany przejazdu	X	X	X	X	X				
6	ściany zewnętrzne	X	X	X	X					
7	stropodach 8g	X	X	X						
8	stropodach klatki	X	X							
9	strop nad przejazdem	X								

7.3.2. Obliczenie oszczędności energii i kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego - całość													
Lp		Jedn.	stan ist.	wariant									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Sezonowe zapotrzebowanie ciepła na ogrzewanie	Q _{co}	GJ	520,26	226,37	231,06	235,50	270,00	421,51	457,37	477,89	513,31	520,26
2	Zapotrzebowanie mocy na ogrzewanie	q _{co}	kW	73,23	39,32	39,88	40,42	44,53	62,08	66,15	68,46	72,45	73,23
				90,0%									
				0,0%									
				10,0%									
3	Udział źródeł ciepła	%	-										
4	Sprawność systemu ogrzewania $\eta = \eta_{tg} \cdot \eta_{tg} \cdot \eta_{tg} \cdot \eta_{tg}$	η	-	0,46	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
				0,65									
				0,69									
				1,00									
5	Współczynnik przerw dobowych	w _d	-	1,00	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	
				1,00									
				1,00									
				1,00									
6	Współczynnik przerw tygodniowych	w _t	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
				1,00									
				1,00									
				1,00									
7	Sezonowe zapotrzeb. ciepła na ogrzewanie z uwzgl. spraw. systemu	Q _{co}	GJ	1 029,09	273,96	279,63	285,01	326,76	510,12	553,52	621,22	629,63	
				0,00									
				75,07									
				1104,16									
8	Roczny koszt ciepła na ogrzewanie i ciepłą wodę	O _{co}	zł	56 138,06	23 455,53	23 767,51	24 062,62	26 351,01	36 328,99	38 679,47	40 022,98	42 340,13	42 794,48
9	Zapotrzebowanie ciepła dla c.w.u. z uwzgl. sprawności	Q _{cw}	GJ	92,56	85,47	85,47	85,47	85,47	85,47	85,47	85,47	85,47	85,47
10	Zapotrzebowanie mocy na c.w.u.	q _{cw}	kW	17,40	17,40	17,40	17,40	17,40	17,40	17,40	17,40	17,40	17,40
11	Sumaryczne zużycie ciepła na ogrzewanie i ciepłą wodę	Q	GJ	1 196,72	359,43	365,11	370,48	412,23	595,59	638,99	663,83	706,69	715,10
12	Procentowa oszczędność ciepła w stosunku do stanu istniejącego	$\frac{\Delta Q}{Q}$	%	-	70,0%	69,5%	69,0%	65,6%	50,2%	46,6%	44,5%	40,9%	40,2%
13	Sumaryczne zapotrzebowanie mocy	q	kW	90,63	56,72	57,28	57,82	61,93	79,48	83,55	85,86	89,85	90,63
14	Oszczędność kosztu w stosunku do stanu istniejącego	ΔC_o	zł	-	32 682,54	32 370,55	32 075,45	29 787,05	19 809,08	17 458,60	16 115,08	13 797,93	13 343,59
15	Koszt wykonania modernizacji	N _m	zł	-	396 741,60 zł	391 929,10 zł	390 585,10 zł	369 757,30 zł	283 889,65 zł	265 491,40 zł	254 068,60 zł	242 651,50 zł	236 959,00 zł
16	Koszt audytu i inne koszty	N _a	zł	-	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
17	Koszt całkowity	N	zł	-	396 741,60 zł	391 929,10 zł	390 585,10 zł	369 757,30 zł	283 889,65 zł	265 491,40 zł	254 068,60 zł	242 651,50 zł	236 959,00 zł

7.3.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego - całość

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Optymalna kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
1.	2.	[zł]	[zł]	[%]	[zł.%] [zł.%]	[zł]	[zł]	[zł]
1	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja co • instalacja cwu • ściana poddasza • stropodach d. • strop poddasza • ściana przejazdu • ściany zewnętrzne • stropodach g. • stropodach klatki • strop nad przejazdem 	396 741,60	32 682,54	70,0%	<div>0,00 0%</div> <div>396 741,60 100%</div>	79 348,32	63 478,66	65 365,08
2	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja co • instalacja cwu • ściana poddasza • stropodach d. • strop poddasza • ściana przejazdu • ściany zewnętrzne • stropodach g. • stropodach klatki 	391 929,10	32 370,55	69,5%	<div>0,00 0%</div> <div>391 929,10 100%</div>	78 385,82	62 708,66	64 741,11
3	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja co • instalacja cwu • ściana poddasza • stropodach d. • strop poddasza • ściana przejazdu • ściany zewnętrzne • stropodach g. 	390 585,10	32 075,45	69,0%	<div>0,00 0%</div> <div>390 585,10 100%</div>	78 117,02	62 493,62	64 150,90
4	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja co • instalacja cwu • ściana poddasza • stropodach d. • strop poddasza • ściana przejazdu • ściany zewnętrzne 	369 757,30	29 787,05	65,6%	<div>0,00 0%</div> <div>369 757,30 100%</div>	73 951,46	59 161,17	59 574,10
5	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja co • instalacja cwu • ściana poddasza • stropodach d. • strop poddasza • ściana przejazdu 	283 889,65	19 809,08	50,2%	<div>0,00 0%</div> <div>283 889,65 100%</div>	56 777,93	45 422,34	39 618,15

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

- 1 Budowa instalacji centralnego ogrzewania, w tym montaż przewodów wraz z armaturą, grzejników wraz z zaworami termostatycznymi P-1K. Przyłączenie budynku do miejskiej sieci ciepłowniczej poprzez wymiennikownię i podłączenie instalacji centralnego ogrzewania. Regulacja hydrauliczna instalacji.
- 2 Budowa instalacji ciepłej wody użytkowej wraz z przyłączeniem jej do nowobudowanego węzła cieplnego.
- 3 Ocieplenie ścian oddzielających pomieszczenia ogrzewane od nieogrzewanego poddasza wełną mineralną o grubości 15 cm ($\lambda \leq 0,035$).
- 4 Ocieplenie dolnej części stropodachu wełną mineralną o grubości 18 cm ($\lambda \leq 0,032$).
- 5 Ocieplenie ścian bocznych przejazdu styropianem o grubości 15 cm ($\lambda \leq 0,035$).
- 6 Ocieplenie ścian zewnętrznych od podwórza styropianem o grubości 15 cm ($\lambda \leq 0,031$).
- 7 Ocieplenie górnej części stropodachu wełną mineralną o grubości 22 cm ($\lambda \leq 0,041$).
- 8 Ocieplenie stropodachu klatki schodowej wełną mineralną o grubości 12 cm ($\lambda \leq 0,032$).
- 9 Ocieplenie stropu nad przejazdem wełną mineralną o grubości 15 cm ($\lambda \leq 0,032$).

8.2. Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie:	396 741,60 zł
Kredyt bankowy:	396 741,60 zł
premia termomodernizacyjna wyniesie:	63 478,66 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT	12,1 lat

8.3. Koszt ogrzewania 1 m² powierzchni użytkowej

a) dla stanu istniejącego

$$O_{0co} = 56\,138,06 \text{ zł}$$

$$K_{0co} = O_{0co} / (P \cdot 12) = 7,48 \text{ zł}$$

b) dla stanu po modernizacji

$$O_{1co} = 23\,455,53 \text{ zł}$$

$$K_{1co} = O_{1co} / (P \cdot 12) = 3,13 \text{ zł}$$

8.4. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej.
2. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót.
3. Realizacja robót i odbiór techniczny.
4. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym).

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Obliczenie współczynników przenikania przegród.
- Załącznik 2 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego.
- Załącznik 3 Określenie sprawności poszczególnych systemów grzewczych oraz procentowy udział źródeł ciepła.
- Załącznik 4 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania c.w.u.
- Załącznik 5 Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie.

Załącznik 1

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Nr	typ	Opis warstw	Grubość m	λ W/m ² *K	R m ² *K/W	U, ΔU, U _k W/m ² *K
1a	ściany zewnątrzne	tynek cem-wap	0,010	0,820	0,01	U = 1,45
		cegła pełna	0,380	0,770	0,49	
		tynek cem-wap	0,010	0,820	0,01	
		$R_{si}+R_{se}$			0,17	
					0,69	
2	strop nad piwnicą	wylewka	0,050	1,050	0,05	U = 1,70
		strop ceramiczny	0,150	-	0,20	
		$R_{si}+R_{se}$			0,34	
					0,59	
3	podłoga w piwnicy	chudy beton	0,200	1,050	0,19	U = 0,39
		papa	0,010	0,180	0,06	
		gruzobeton	0,200	1,000	0,20	
		żwir / grunt	0,150	0,900	0,17	
		$R_{si}+R_{se}$			1,96	
					2,57	
4a	strop poddasza	deskowanie	0,025	0,160	0,16	U = 1,72
		warstwa powietrza	0,020	-	0,16	
		płyta G-K	0,015	0,230	0,07	
		$R_{si}+R_{se}$			0,20	
					0,58	
4b	stropodach w górnej części	papa	0,005	0,180	0,03	U = 1,20
		deskowanie	0,025	0,160	0,16	
		warstwa powietrza	0,080	-	0,16	
		deskowanie	0,020	0,160	0,13	
		warstwa powietrza	0,080	-	0,16	
		podsufitka	0,015	0,230	0,07	
		$R_{si}+R_{se}$			0,14	
					0,83	
4c	stropodach w dolnej części	papa	0,005	0,180	0,03	U = 1,82
		deskowanie	0,025	0,160	0,16	
		warstwa powietrza	0,180	-	0,16	
		podsufitka	0,015	0,230	0,07	
		$R_{si}+R_{se}$			0,14	
					0,55	
4d	stropodach klatki schodowej	papa	0,005	0,180	0,03	U = 1,82
		deskowanie	0,025	0,160	0,16	
		warstwa powietrza	0,120	-	0,16	
		podsufitka	0,015	0,230	0,07	
		$R_{si}+R_{se}$			0,14	
					0,55	
5	strop nad przejazdem	deskowanie	0,025	0,160	0,16	U = 0,68
		trociny	0,080	0,090	0,89	
		deskowanie	0,025	0,160	0,16	
		podsufitka	0,015	0,230	0,07	
		$R_{si}+R_{se}$			0,21	
					1,48	
6	ściana wewnętrzna mieszkanie/ strych	tynek cem-wap	0,010	0,820	0,01	U = 2,27
		cegła pełna	0,120	0,770	0,16	
		tynek cem-wap	0,010	0,820	0,01	
		$R_{si}+R_{se}$			0,26	
					0,44	

Załącznik nr 2

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Lp.	Pomieszczenia	Liczba pomieszczeń, lub kubatura m ³	Norma, m ³ /h lub krotność wymian h ⁻¹	Strumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h
1	2	3	4	5
1	Część mieszkalna	2 130,80	0,50	1065,40
Razem budynek				1065,40
2	Strych	198,40	0,50	99,20
3	Piwnice	398,40	0,30	119,52
Ogółem			ψ =	1284,12

Załącznik 3

Określenie poszczególnych sprawności systemów grzewczych i procentowego udziału źródeł ciepła w stanie istniejącym

		ogrzewanie węglowe	ogrzewanie gazowe	ogrzewanie elektryczne
1.	Sprawność wytwarzania η_g	0,65	0,86	0,99
2.	Sprawność przesyłania η_d	1,00	1,00	1,00
3.	Sprawność regulacji η_e	0,70	0,76	0,70
4.	Sprawność akumulacji η_s	1,00	1,00	1,00
	Sprawność instalacji $\eta = \eta_{lw} * \eta_p * \eta_r * \eta_e$	0,46	0,65	0,69
5.	Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia w_l	1,00	1,00	1,00
6.	Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby w_d	1,00	1,00	1,00
7.	procentowy udział źródeł ciepła	90%	0%	10%
8.	zapotrzebowanie ciepła Q_H GJ/a	468,23	0,00	52,03
9.	zapotrzebowanie ciepła $Q_H * w_d * w_l / \eta$ GJ/a	1 029,09	0,00	75,07
	SUMA =	1 104,16		

Załącznik nr 4

$$Q_{w,nd} = V_{wi} * A_f * c_w * \rho_w * (\theta_{cw} - \theta_o) * k_R * t_{UZ} / (1000 * 3600)$$

Kwh/rok

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym			
1	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę na jednostkę powierzchni	$V_{wi} =$ 1,6	dm ³ / m ² *doba
2	Powierzchnia użytkowa	$A_f =$ 625	m ²
3	czas użytkowania	$t_{UZ} =$ 365,00	doby
4	mnożnik korekcyjny dla temperatury ciepłej wody innej niż 55°C	$k_R =$ 0,90	-
5	ciepło właściwe wody	$c_w =$ 4,19	kJ/(kg*K)
6	gęstość wody	$\rho_w =$ 1 000,00	kg/m ³
7	temperatura ciepłej wody w zaworze czerpalnym	$\theta_{cw} =$ 55	°C
8	temperatura wody zimnej	$\theta_o =$ 10,00	°C
9	Zapotrzebowanie na ciepło użytkowe	$Q_{w,nd} =$ 17 218,13 $Q_{w,nd} =$ 61,99	kWh/rok GJ
10	Sprawność instalacji c.w.u.	$\eta_{w, tot} = \eta_g * \eta_d * \eta_s * \eta_e =$ 0,67	-
11	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową	$Q_{K,W} = Q_{w,nd} / \eta_{w, tot} =$	25 710,21 kWh/rok 92,56 GJ
12	Średnie dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku	$V_{dsred} = L_i * V_{cw} =$ 1,000752	m ³ /d
13	Średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu	$V_{hsred} = V_{dsred} / 18 =$ 0,06	m ³ /h
14	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody	$Q_{cwj} = c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_o) / (\eta_g * \eta_d) =$ 0,28	GJ/m ³
15	Max. moc cieplna	$q_{cw} = V_{hsred} * Q_{cwj} * k_t * N_h * 278 =$ 17,40	kW
16	Roczne zużycie cwu	$V_{cw} = V_{dsred} * 328,5 =$ 365,3	m ³
17	Koszt przygotowanie cwu		9 024,28 zł
18	Koszt wody zimnej przy cenie 8,0 zł	$V_{cw} * 8,0 =$ 2 922,00	zł
19	Sumaryczny koszt roczny cwu		11 946,28 zł
20	Średni koszt 1 m ³ cwu		32,70 zł/m ³

Sprawność wytwarzania
Sprawność przesyłu (dystrybucji)
Sprawność akumulacji
Sprawność wykorzystania
Udział źródła
współczynnik nierównomierności

	podgrzewacze gazowe	podgrzewacze elektryczne	średnia
$\eta_g =$	0,85	0,96	0,91
$\eta_d =$	0,80	0,80	0,80
$\eta_s =$	1,00	0,85	0,93
$\eta_e =$	1,00	1,00	1,00
	0,50	0,50	1,00
$N_h =$	4,17		

Załącznik nr 5

**Wyniki zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu
Aquatherm - Polska OZC - cały budynek**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, kW	ciepła Q_H , GJ/a
1	39,32	226,37
2	39,88	231,06
3	40,42	235,50
4	44,53	270,00
5	62,08	421,51
6	66,15	457,37
7	68,46	477,89
8	72,45	513,31
9	73,23	520,26
stan istniejący	73,23	520,26

Moc cieplna obliczona wg. Normy PN - EN 12831:2006

Zapotrzebowanie na ciepło obliczona wg. Normy PN-EN ISO 13790:2009